Organographische Betrachtung

der

ZAMIA MURICATA Willd.

Ein Beitrag

zur

Kenntnifs der Organisations-Verhältnisse der Cycadeen und deren Stellung im natürlichen Systeme.

Von

H. KARSTEN.

Aus den Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1856.

Mit drei lithographirten Tafeln.

Berlin.
Gedruckt in der Druckerei der Königl. Akademie
der Wissenschaften
1857.

In Commission bei F. Dümmler's Verlags-Buchhandlung.



Organographische Betrachtung

der

ZAMIA MURICATA Willd.

Ein Beitrag

zur

Kenntnifs der Organisations-Verhältnisse der Cycadeen und deren Stellung im natürlichen Systeme.

Von

H. KARSTEN.

Aus den Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1856.

Mit drei lithographirten Tafeln.

Berlin.

Gedruckt in der Druckerei der Königl. Akademie
der Wissenschaften

1857.

In Commission bei F. Dümmler's Verlags-Buchhandlung.

Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 18. December 1856 durch Hrn. Klotzsch.
Die Seitenzahl bezeichnet die laufende Pagina des Jahrganges 1856 in den Abhandlungen der physikalischen Klasse der Königl. Akademie der Wissenschaften.

I. Beschreibung der entwickelten Pflanze.

Die *Zamia muricata* Willd. findet sich an der Nordküste Venezuela's vom 68° — 69½° W. L. und 18½° — 11½° N. B. in der Umgegend Puerto Cabello's und westlich von hier bis in das Flufsgebiet des untern Tuy bis zu einer Höhe von 250 Meter in einem verhältnifsmäfsig geringen Verbreitungs-Bezirke auf schwerem Mergelboden innerhalb der Zone der beerentragenden Capparideen, die obere Grenze derselben etwas überschreitend, d. h. in einer Zone, deren Temperatur zwischen 20 und 35° Cels. schwankt, die 8—10 regenlose und 2—4 Regen-Monate hat, wo gegen das Ende der trockenen Jahreszeit die meisten Bäume ihre Blätter verlieren, besonders die Terebinthaceen, Burseraceen, die Rubiaceen, Leguminosen, Euphorbiaceen, die Bignonien und strauchartigen Convolvulaceen.

Der Stamm dieser Pflanze erreicht selten die Länge eines halben Fufses, hat daher mehr das Ansehen eines Wurzelhalses, der mit der oft fufslangen Wurzel einen cylindrischen, oder mehr oder weniger ovalen Körper bildet, dessen Durchmesser bis zu 5 Zoll anwächst.

Die Wurzel ist glatt, hin und wieder mit einzelnen Fasern besetzt, die Endspitze in wenige Äste sich theilend, deren jeder mit seiner Wurzelmütze bedeckt ist.

Aus der Spitze des Stammes erheben sich mehrere (bis 6) oft fünf Fufs lange, gestielte und gefiederte Blätter, deren Basis scheidenartig geflügelt und durch zwei fleischige, häutig gerandete Niederblätter bedeckt ist, die durch stärkere Ausbildung der stengelumfassenden Blattstielbasis, bei Verkümmerung des eigentlichen Blattes entstanden (*squamae petiolaneae*). Der runde, fast vierseitige, an der untern Seite mit kleinen Stacheln besetzte Blattstiel ist an der oberen Fläche mit einer seichten Rinne versehen und die in der Regel gegenüberstehenden, weit von einander entfernten Fiederblättchen sind kahl, oft ungleichseitig, lanzettförmig, nach der Spitze zu mit scharf gesägtem Rande. Die verschmälerte schwielige Basis bildet einen kurzen Blattstiel, in dessen unterem, verbreiteten Ende die Gliederung stattfindet. Die Nerven des Blattstieles theilen sich hier in viele Äste, die das ungerippte Blatt der Länge nach durchziehen (*foliola nervosa*). In der Knospenlage sind die gegenüberstehenden Blättchen aufeinanderliegend (*vernatio applicativa*), die nächstfolgenden, jüngeren dachziegelartig deckend; der allgemeine Blattstiel dann einwärts gekrümmt, einfach übergebogen, nicht spiralig aufgewickelt wie bei der *Cycas* und den Farren.

Die Reproductions-Organe sind an verschiedene Individuen vertheilt, sie werden von schildförmig-blattartigen Organen getragen, die dicht zusammengedrängt und defshalb sechsseitig, ohne verwachsen zu sein, an der cylindrischen Spindel befestigt sind und so einen kegelförmigen, kolbigen Blüthen- und Fruchtstand bilden, der von einem langen, blattlosen, kurz behaarten Schafte getragen wird, dessen Basis mehrere häutige, gleichfalls behaarte, unvollkommene Blätter umgeben.

Pollen erzeugende Blüthenstände finden sich meist mehrere an einer Pfianze (die Länge des Kolbens beträgt bis 4″, der Durchmesser bis $\frac{1}{2}$″). Die in 8 bis 13 vertikale Reihen geordneten, schildförmigen Blätter sind dickfleischig und tragen auf der untern Seite des flügelartig verbreiteten Stieles jederseits 10 bis 12 einfächrige Pollenkapseln (*thecae*), die bei der Reife an dem Scheitel in der Richtung des Blattstieles zweiklappig aufspringen und den glatten, kugligen Pollen entlassen.

Die gipfelständigen, einzeln stehenden, gestielten Fruchtstände erreichen eine Länge von 6″ und einen Durchmesser von 1—1$\frac{1}{2}$″. Die aufsen braun behaarten Fruchtblattschilde, denen des männlichen Blüthenstandes ähnlich, stehen in 5—8 vertikale Reihen; sie sind gleichfalls gestielt, nicht

verwachsen und tragen an der innern Seite der beiden Ecken des horizontalen Durchmessers jederseits ein einförmiges, nicht gewendetes (*atropum*), mit einer einzigen Hülle versehenes Eichen; die Saamen sind meist dreiseitig zusammengedrückt, ohne Nabelschnur, unmittelbar an dem nicht bedeutend vergröſserten Nabel in horizontaler Lage befestigt und erreichen mit dem Saamenmunde die Spindel. Der gröſste Theil des Saamens besteht aus einem stärkemehlreichen Eiweiſse, in dessen Axe der cylindrische Embryo liegt; umhüllt wird das Eiweiſs von zwei Zellgewebs-Schichten; zunächst von einer dünnen, zerbrechlichen Schale, die aus verdickten Zellen besteht, dann von einer dunkel kirschrothen Haut, deren Farbe durch ein (in Wasser und Spiritus unlösliches, dagegen in fettem Öle etwas lösliches) harziges Öl hervorgebracht wird, das in sehr kleinen Bläschen enthalten ist. — Holzfaserbündel und Gummigefäſse durchziehen das Zellengewebe; letztere sondern ein gelbliches Gummi ab, in dem Baste der ersteren, die in sechs Bündeln von der Basis zur Spitze aufsteigen, sind gleichfalls Farbstoffbläschen enthalten.

Der grade Embryo hat fast die Länge des Eiweiſses, das Würzelchen ist dem Nabel abgewendet und hängt an einem mehrere Linien langen, zusammengewickelten Faden, dem *filum suspensorium*, in der Spitze des Saamens. Die groſsen Saamenlappen sind gleich lang, an der Spitze verwachsen, doch ringsum mit freiem Rande, so daſs es scheint, es seien zwei freie Saamenlappen vorhanden.

Das Keimknöspchen ist zur Zeit der Saamenreife ein kleiner Kegel, mit Haaren dicht bedeckt, das jedoch auf dem Querschnitte schon einen Anfang der Bildung der Blätter erkennen läſst, indem das äuſsere Parenchym, wie bei der reitenden Knospenlage, eine dunklere, dichtere Zellgewebsmasse das Cambium der Gipfelknospenspitze umschlieſst; Spiralfasern bilden sich jetzt noch nicht in demselben, wohl aber in dem Würzelchen und den Saamenlappen.

Es nehmen diese Fasern bei den späteren Blättern ihren Ursprung von einem horizontalen Ringe von Spiralen, die in die ersten Blätter gehen und der nach dem Umkreise zu von einem ähnlichen Ringe von cambialen Parenchymzellen umgeben ist, durch deren Umbildung sich die Fasern vermehren. Es bezeichnet dieser Spiralfaserkreis, das *punctum vegetationis*,

die Gränze der Wurzel und des Stammes. In einer zweijährigen Pflanze besafs dieser Spiralfaser-Ring die Breite von zwölf Spiralfasern.

II. Entwickelung der Vegetations-Organe.

Den keimenden Saamen findet man immer von der farbstoffhaltigen Zellenschicht entblöfst, nur die aus verdickten Zellen bestehende Schale umhüllt ihn. Es verlängert sich zuerst das Würzelchen, durchbricht mit dem zunächst liegenden Theile der Saamenlappen die Micropyle und krümmt sich abwärts. Das sich inzwischen gleichfalls vergröfsernde Keimknöspchen bricht in entgegengesetzter Richtung zwischen den Saamenlappen hervor, deren verwachsene Spitzen von der harten Saamendecke und dem Eiweifse bedeckt bleiben. Erst später, nach der Entwickelung mehrerer Blätter, ist der Rest des Eiweifses resorbirt; während der Entfaltung des ersteren sind nur die den Saamenlappen zunächst liegenden Zellen von Stärke entleert.

Mit diesen, dann von Nahrungs-Stoffen entleerten Hüllen des Keimlings fallen auch die Saamenlappen ab, deren Stärkemehl zur Ernährung des jungen Pflänzchens verbraucht wurde; die Basis derselben erhält sich jedoch noch längere Zeit und vertritt bei dem ersten Blatte die schuppenartigen Blätter, die die Basis jedes der folgenden Blätter umhüllen. — Das erste, laterale Organ nämlich, welches aus dem kegelförmigen Keimknöspchen hervorwächst, ist ein vollständiges Blatt mit zwei Paar Fiederblättchen, an der Spitze des langen Blattstieles. Schon bei dem ersten Hervorbrechen des jungen Pflänzchens zwischen den Saamenlappen bemerkt man bei einem Querschnitte desselben, innerhalb der äufseren Zellgewebs-Schicht (des ersten Blattes), drei verschiedene, weit entwickelte Cambium-Schichten, die folgende innere immer von der äufseren eingehüllt in $\frac{1}{3}$ Stellung, doch nur das dritte wird wieder ein vollkommenes Blatt, die beiden vorhergehenden bleiben schuppenförmige Niederblätter; in der Knospe bemerkt man indessen keinen Unterschied Hinsichts der Entwickelungsweise der jüngsten Zustände; der innere Zellenkegel liegt immer an derjenigen Seite des äufseren, wo sich später die Ränder der Blattbasis bilden und von einander begeben. Der Blattstiel aller gefiederten Blätter ist während der Knospenlage immer dort übergebogen, wo die ersten Fiederblättchen erscheinen, spiralförmig gekrümmt; eben so sind die Blättchen von ihrem ersten Erscheinen an stets flach und aufeinander liegend.

Sobald die Keimung beginnt, vermehren sich auch die Spiralfaserbündel der Keimpflanze, bis dahin ging nur ein Paar solcher Bündel in die Saamenlappen, wo bei Eintritt in dieselben jedes zwei Seitenäste abgab, so dafs jeder Saamenlappen von drei Bündeln der Länge nach durchzogen wurde: zwei gingen seitwärts in das kurze Würzelchen, das zu der einen Hauptwurzel der Pflanze, nach Art der Dicotylen sich ausbildend, jetzt nach und nach eine grofse Anzahl von Faserbündel erhält, so wie auch in das sich entwickelnde Blatt ein mittleres und zwei seitliche hineingehen.

Alle in die Blätter abgehenden Spiralfaserbündel bilden in der Axe einen Cylindermantel, es sind Anfangs einzeln stehende Spiralfasern, die, wenn einzelne derselben in ein sich entwickelndes Blatt sich begeben, durch andere, in ihrer Nähe entstehende ersetzt werden, alle bestehen später aus mehreren Spiralfasern, die hin und wieder durch die nah verwandten Treppen- oder Poren-Fasern ersetzt sind, und aus der sie begleitenden cambialen Prosenchymschicht. Nach dem Eintritte der drei Faserbündel in das Blatt theilen sich die beiden seitlichen, jedes enthält einen Zweig, der sich Anfangs dem mittleren Bündel nähert, so dafs alle fünf einen Halbkreis bilden, dann sich mehr dem Centrum nähern, um sich dort dem mittleren gegenüber zu einem einzigen zu vereinigen. Auf diese Weise sind schon die beiden Halbkreise von Faserbündel angedeutet, die in den folgenden Blättern immer vollständiger ausgebildet werden. Zuweilen bleiben auch die beiden Seitenzweige getrennt und einer tritt mehr nach Aufsen, so dafs der innere Halbkreis durch drei, der äufsere durch zwei Faserbündel angedeutet wird. So fand ich es öfter bei dem zweiten und dritten Blatte, die ebenfalls zwei Paar Fiederblättchen besitzen.

Bei einem Blatte mit sechs Fiederblättchen waren Anfangs vier Faserbündel vorhanden, die beiden seitlichen, inneren, spalteten sich darauf, so dafs die sechs einen Halbkreis in der Blattbasis bildeten, dann näherten sich die beiden neuen mittleren dem Centrum. Unterhalb der Abgangs-Stelle der ersten Blättchen theilten sich jene beiden mittleren von neuem und wendeten jedem der vier älteren Bündel einen Strang zu, worauf die Blättchen aus den seitlichen (oberen) ihre Gefäfsbündel erhielten.

Alle Fiederblättchen erscheinen bei ihrem ersten Auftreten in der Form halbmondförmiger Wülste, an der innern Seite des künftigen Blattstiels; auf der äufsern (untern) Oberfläche treten einfache Haare hervor, die

ein gelbliches, gummiartiges Secret in endogenen Zellen enthalten; bald vertrocknen diese und fallen dann ab, so eine Durchlöcherung der Hüllhaut, die das ganze Individuum (in dessen Jugend wenigstens) umgiebt, hervorbringend und den Zutritt der Atmosphäre zu der Zwischenzell-Substanz, die die Zwischenzellräume des Oberhautgewebes des Blattes ausfüllt, veranlassend.

In dem cambialen Parenchym des jungen Blattes, das sich wie das der Farren von seiner Basis allmählig bis in die Spitze bildet und entfaltet, während bei den Monocotylen und übrigen Dicotylen das von mir in der Abhandlung über die Palmen (im Jahre 1847 der Verhandlungen der Akademie der Wissenschaften) ausgesprochene Gesetz der centrifugen Entwickelung und centripeten Entfaltung herrschend ist, — zeichnen sich bald diejenigen Zellenreihen, die künftig zu Fasern umgebildet werden, als helle Streifen aus; die Bildung der Spirale, die von den unteren Theilen des Blattes beginnt, konnte in diesen sehr engen Fasern nicht beobachtet werden. An ihrer Basis in der Nähe des wagerechten Ringes, bleiben die Zellen der Reihe, die weiter aufwärts zu Fasern sich vereinigt, häufig auch in späteren Entwickelungs-Stadien, als Zellen, und zwar zum Theil als Spiral-Zellen, zum Theil auch als unvollkommener Spiral- oder poröse Zellen, die sich besonders in den dem Winkel der Gabeltheilungen zweier sich von einander trennenden Spiralfasern finden.

Die Spiralfasern des Blättchens hängen immer mit denen der seitlichen Bündel des Blattstieles zusammen, und zwar des inneren Halbkreises, dies Faserbündel spaltet sich in drei Theile, der eine dieser Theile setzt seinen Lauf nach Oben fort, die beiden andern treten getrennt in das Fiederblatt, spalten sich dann noch einmal und dann vielfach zu den das Blättchen theils ungetheilt durchziehenden, theils in demselben nochmals sich theilenden Nerven.

Die Vertheilung der Faserbündel in den schuppenartigen Niederblättern ist eine ähnliche, wie die in den Blattbasen und eben so veränderlich; doch sind hier die Halbkreise flacher (Abschnitte gröfserer Kreise), so wie die Substanz der Niederblätter auch weniger dick ist wie die sehr fleischigen Basen der eigentlichen Blätter; auch verholzen die Fasern in den Niederblättern nicht so stark wie in den Blättern.

Alle Faserbündel der Blätter bilden vorher in der Axe des oberirdi-

schen Stockes, wie diejenigen der Wurzeln, einen Cylindermantel, der das gesammte Parenchym der Axe in Mark und Rinde sondert. Dieser Cylinder ist Anfangs in der jungen Pflanze nicht geschlossen, es hängt das Parenchym des Markes und der Rinde durch parenchymatische, zum Theil noch cambiale Markstrahlenzellen zusammen.

Bei älteren Pflanzen ist jedoch in dem Stamm wie in der Wurzel durch die später gebildete, aus Poren- und Treppenzellen bestehende Holzschicht ein vollständig geschlossener Kreis und trennt den Markcylinder von dem weit voluminöseren Rindenparenchym, während die zuerst gebildeten Faserbündel jetzt durch fernere Umbildung des sie zunächst umgebenden Cambium in parenchymatische Markzellen noch weiter von einander entfernt in dem Markparenchym scheinbar unregelmäfsig zerstreut sind. Alle diese Zellen, sowohl die des Markes wie die der Rinde, sind mit Stärkemehl angefüllt, beide Abtheilungen sind von Gummigefäfsen durchzogen, die sich in der Axe der jungen Pflanze zuerst in der Rinde zeigen.

Indem sich nun die Anzahl der Faserbündel des sich entwickelnden Stammes fortwährend durch neu auftretende vermehrt, erhalten auch die folgenden später gebildeten Blätter immer mehr Fasern, denn jedes Bündel des Axen-Cylinders giebt einen Strang für das sich entwickelnde laterale Organ her, und zwar trennen sich diese für das Blatt bestimmten Fasern schon weit unterhalb der Anheftungs-Stelle desselben von dem Cambium- und Spiralfaser-Cylinder des Stammes.

Diejenigen an der Seite des Stammes befindlichen Fasern, an der das Blatt sich entwickelt, gehen gradesweges durch die Rinde der Blattbasis zu; von dem übrigen Umkreise gehen die Spiralfasern Anfangs im Rinden-Parenchym senkrecht aufwärts und dann in einem mehr oder weniger weiten, fast horizontalen Bogen dem Blatte zu; die von der entgegengesetzten Seite des Stammes entspringenden Fasern machen daher einen Halbkreis im Rindengewebe, die der Blattbasis näher befindlichen bilden häufig, nachdem sie aufwärts steigend fast die Höhe der Blattbasis erreicht haben, eine Schlinge, indem sie zuerst in der Nähe des Cambium-Cylinders nach der entgegengesetzten Seite der Blattbasis im Stengelumfange verlaufen, dann umbiegen und sich der Blattbasis zuwenden, was darin seinen Grund hat, dafs die Spiralfasern sich schon in der sehr jungen Blattanlage bilden und innerhalb dieser die Gewebevermehrung noch längere Zeit fortbesteht, daher der Anfangs

enge Holzbündel-Halbkreis der Blattanlage in dem erwachsenen Blatte weit auseinander gedrängt wird.

Alle die für das Blatt bestimmten Faserbündel, die sich in dem cambialen Cylindermantel der Axe gleichzeitig neben den vorhandenen bilden, während andere ältere in ein Blatt sich wenden, alle vereinigen sich unterhalb der Basis dieses Blattes zu wenigen Bündeln (5—7), die in einen Halbkreis gestellt sind; doch gleich nach dieser Vereinigung theilen sich die Mittleren und darauf die Seitlichen und schicken Stränge nach Aufsen (unten) wodurch wieder die beiden Halbkreise dargestellt werden, die sich in ganz gleicher Anordnung in den Blattstielen der Farren finden. Immer sind die Faserbündel durch Parenchym getrennt, verlaufen einzeln in dem Zellgewebe des Blattstieles und bestehen Anfangs allein, wie die der Axe, aus echten Spiralfasern, so wie auch die Holzfaserbündel der Farren- und der Phanerogamen-Blätter immer durch wirkliche Spiralfasern Anfangs allein vertreten sind, denen sich erst später die porösen und treppenförmigen Fasern zugesellen (die Vegetations-Organe der Palmen p. 130).

Die Fiederblättchen sind mit dem allgemeinen Blattstiele gegliedert; wie schon oben angegeben ruht das fast ungestielte Fiederblatt der *Zamia muricata* auf einem ovalen Kissen, dessen freie Oberfläche etwas vorsteht und dessen lange Axe mit der Richtung des Blattstieles übereinkommt. Bei absterbenden Blättern fällt die obere Hälfte jenes Kissens mit dem Blättchen zugleich ab. Die Ursache dieser Gelenkbildung nimmt erst bei dem völlig ausgewachsenen Blatte seinen Anfang, bis dahin ist das Zellgewebe an der Trennungs-Stelle mit dem benachbarten gleichförmig gebildet und mit Chlorophyll angefüllt, dies wird später in einer Zellgewebeschicht, die in der Mitte des Blattkissens eine Platte bildet, resorbirt, während dagegen die Zellmembranen anfangen, sich zu verdicken. Der ganze Prozess beginnt von dem Umkreise und setzt sich nach dem Mittelpunkte und etwas nach unten fort; beim Austrocknen werden nun diese leeren, gleichmäfsig verdickten Zellen zuerst trocken und spröde und zerbrochen unter der Last des noch feuchten Blattes.

So lange durch die vegetative Thätigkeit der jungen Pflanze nur eine Vermehrung und Vervollkommnung der Blätter bewirkt wird, beschränkt sich dieselbe auf die Wiederholung der eben beschriebenen Vorgänge; aus dem Cambium der Terminalknospe bildet sich Parenchym, das durch einen

bleibenden Cylindermantel des Cambium in Mark und Rinde gesondert wird; in diesen Cambiumcylinder treten zwischen den schon vorhandenen, in junge Blattanlagen sich wendende Spiralfasern andere auf, gleichfalls bald in eine andere Blattanlage verlaufend, ganz so, wie es bei allen Faserpflanzen stattfindet und von mir in der Abhandlung über die Palmen von diesen und den übrigen Pflanzenklassen beschrieben wurde.

Nach der Entfaltung der Blätter beginnt an der der Rinde zugewendeten Seite der Spiralfaserschicht eine Bildung von porösen Holzfasern, aus dem Cambium, das gleichzeitig sich zu vermehren fortfährt, so wie es bei den Dicotylen allgemein und einigen Monocotylen (*Smilax, Aloë, Phönix*) stattfindet, wodurch neben der zuerst gebildeten Spiralfaserschicht eine vom Marke nach der Rinde zusammenhängende Holzgewebeschicht entsteht, die dem Holzgewebe der Dicotylen ähnlicher ist wie dem der Monocotylen, da bei diesen dasselbe nicht einen so zusammenhängenden Cylindermantel bildet, sondern in einzeln stehende, unregelmäfsig geschlängelte Holzbündel getrennt ist. Die Holzfasern haben sehr weite Poren, wie es häufig bei unterirdischen Stammtheilen der Rhizome vorkommt. In dem Marke der *Zamia muricata* finden sich keine Spiral- oder Bast-Faserbündel, wie in dem Stamme des *Encephalartus*, die demselben auf den ersten Anblick das Ansehn eines Palmenstammes geben und Veranlassung wurden, die Familie der Zamien zu den Monocotylen zu stellen; dafs diese einzeln im Marke verlaufenden verholzten Faserbündel indessen nicht charakteristisch für die Monocotylen sind, indem erstens dieselben auch in anderen Familien, z. B. den Farren, Piperaceen, Nyctagineen, Amaranthaceen vorkommen, wozu noch die Strychneen nach meinen späteren Beobachtungen sich hinzugesellen: zweitens weil viele Monocotylen nicht solche Markfaserbündel besitzen, habe ich schon in meiner Abhandlung über die Palmen auseinandergesetzt.

III. Entwickelung der Reproductions-Organe.

Mit dem Beginn der trockenen Jahreszeit (October bis April) endet die Entwickelung gefiederter Laub-Blätter, es entstehen die blattartigen Schuppen in gröfserer Anzahl (meistens fünf) und dann trennt sich die Spitze des Faser- und Cambium-Cylindermantels, nicht mehr, um im Centrum Markparenchym aufzunehmen und lateralen Organen Spiralfasern zuzusenden, sondern sie bilden eine kurze Strecke ein einziges, markloses, zusam-

menhängendes Bündel in dem jetzt ganz als Rindenparenchym erscheinenden Zellgewebe.

So beschliefst das Reproductions-System die Entwickelung der primären Axe, aber nicht das Leben der ganzen Pflanze, da sich seitwärts von der Gipfelknospe, aus der Achsel einer der letzten Schuppen, eine secundäre Axe entwickelt, eine neue Blattknospe entsteht, in die hinein sich von dem Cambium-Cylinder der primären Axe Spiralfasern begeben, um sich in deren Blätter zu verbreiten. So verhält es sich bei der Fruchtpflanze; bei der Pollenpflanze bildet sich jedoch in rascher Aufeinanderfolge ein 2ter, 3ter, 4ter, 5ter etc. Blüthenstand mit seinen Phyllodien, so dafs auch die secundäre, tertiäre etc. Axe dem Reproductions-Systeme angehört, ohne eigentliche Laubblätter gebildet zu haben.

Macht man von einem älteren Stamme, der bereits geblüht hat, einen Längenschnitt, so sieht man in der Markscheide die Kegelspitze des Faser-Bündel-Cylinders, oder wenn es eine Pollenpflanze ist, mehrere solcher Kegelspitzen fast nebeneinander.

Nachdem nun das Faserbündel der künftigen Reproductions-Organe einige Linien ungetrennt verlief, theilt es sich in mehrere kleinere Bündel, die das von Gummikanälen durchzogene Parenchym wieder in Mark und Rinde sondern. Die Anzahl der Bündel ist je nach der Natur des Individuums verschieden und stimmt mit der Anzahl der fast vertikalen Blattreihen der Reproductions-Organe überein, schwankt also bei der Pollenpflanze zwischen 8—13, bei der Fruchtpflanze zwischen 5—8.

So geordnet verlaufen die Faserbündel eine grofse Strecke parallel nebeneinander, und zwar so lange, wie das Rindenparenchym gleichförmig cylindrisch fortwächst, den Stiel des künftigen Blüthenstandes bildend (in dem ausgewachsenen Zustande beträgt die Länge des Schaftes oft einen Fufs); sobald jedoch an der Spitze des Zellenkegels warzenförmige Erhebungen entstehen, verlassen die Spiralfasern die grade aufsteigende Richtung, um je zwei benachbarte in einem etwas seitwärts gerichteten Bogen sich zu nähern und von hier wenden sich einzelne Spiralfasern jedes Bündels in die zwischen je zwei Faserbündeln entstehenden Blattanlagen nach der Oberfläche. Andere Spiralfasern, die sich schon während dieser seitlichen Krümmung der Bündel aus dem Cambium derselben bilden, ersetzen die in den Blattwirtel abgehenden und jedes Faserbündel wendet sich wieder nach der Seite,

woher es kam, um hier wieder einige Spiralfasern in die zwischen je zwei älteren Blattanlagen etwas höher an der Axe entstehenden neuen Blattanlagen abzugeben. Durch diesen hin und her geschlängelten Verlauf und das abwechselnde Aneinanderlegen der benachbarten Faserbündel unterhalb der bald rechts bald links entstehenden Blätter bilden dieselben ein Netzwerk, aus dessen scheinbaren Knoten die für die Blätter bestimmten Fasern abgehen.

Die in dem Rindengewebe befindlichen Gummigefäſse, die die Faserbündel begleiten, bilden wie diese ein Netz, groſsmaschiger wie das der Faserbündel, da der Cylinder, in dem sie liegen, einen gröſseren Durchmesser besitzt und diese Gummigefäſse bilden wirkliche Anastomosen, da sich ihre Höhlungen an den Berührungs-Stellen vereinigen.

Aus der oberen Spitze des durch die Krümmungen der Faserbündel geformten Netzes trennen sich, wie erwähnt, die Spiralfasern, die für die lateralen Organe bestimmt sind; sie verlaufen in einem gestreckten Bogen, der der Länge der Masche gleichkommt, im Rindengewebe nach oben, und treten dann in das aus der Oberfläche der Axe sich hervorbildende Organ. In dem Stiele desselben, wenn es zur Erzeugung des Pollens bestimmt ist, trennen sich jedoch diese Bündel in zwei Stränge, die theils in der flügelartigen Ausbreitung, die auf ihrer untern Seite die Antheren trägt, noch weiter zerspalten werden, theils in die schildförmige Blattfläche übergehen.

Die erste Bildung dieser Blätter hat, wie erwähnt, nichts Abweichendes von der Entstehung der Blätter überhaupt, es ist ein kleiner Wulst cambialer Zellen, die in dem schleimigen Bildungs-Stoffe eine Anzahl von Zellen-Anfängen enthalten. Die Entfaltung der Reproductionsblätter der *Zamia* ist die entgegengesetzte ihrer Laub-Blätter (1); die in der Spitze befindlichen Zellen entfalten sich zuerst, die schildförmige, fleischige Verdickung bildend,

---

(1) Also um so ähnlicher den Blättern der übrigen Phanerogamen nicht als Axenorgan zu deuten, wie es bei einigen der die Geschlechtsorgane tragenden blattartigen Organe der Coniferen geschehen ist, da sie nicht wie diese von Deckblättchen unterstützt sind; auch hier bei den Abietinen, der *Ephedra*, dem *Taxus*, ist das Schüppchen, welches das eitragende Organ stützt, nach Mohl's belehrenden Beobachtungen der androgynen Kätzchen von *Pinus alba* ebensowohl als zur Blume gehöriges Blattorgan zu deuten, als unfruchtbares, zum Blumenblatt gewordenes Staub-Blatt, das mit dem Fruchtblatt die einfache nackte Blume bildet, wofür schon Gottsche in seiner gründlichen Arbeit über diesen Gegenstand sich aussprach. (Bot. Zeitung 1845 p. 449.)

die durch das gedrängte Nebeneinanderstehen einen sechseckigen Umkreis annehmen, dann dehnen sich auch die Zellen des Stieles und seiner seitlichen Ausbreitung zu ihrer eigenthümlichen Form und Gröfse aus, während schon früher die Gefäfse von dem Schafte aus sich in das Blatt hinein verbreiteten und die einfächrigen häufig zu zwei verbundenen Antheren sich aus der untern Seite der Stieloberfläche hervorbildeten. Längere Zeit bestehen diese Antheren aus einem gleichförmigen Zellgewebe, an dem man zuerst die Oberhaut unterscheidet, dann tritt eine Periode ein, wo jede Mutterzelle des Parenchyms gleichzeitig vier endogene Zellen hervorbringt, in deren jeder sich eine Pollenzelle ausbildet, während die Häute der Mutterzellen wieder verflüssigt werden. Eine Theilung und Abschnürung einer Mutterzelle in mehrere, wie andere Beobachter es an andern Pflanzenspecies gesehen zu haben angeben, findet hier nicht statt.

Die Oberhaut der Antheren enthält keine Spiralfaserzellen, sondern nur Zellen mit verdickten Wandungen, deren Längendurchmesser senkrecht zur Oberfläche steht. Auf diese einfache Schicht dickwandiger Zellen folgt nach Innen eine Lage rundlicher Parenchymzellen, auf die die eigentlichen Pollenzellen folgen. Auf dem Scheitel der Antheren bilden sich mehrere Schichten der dickwandigen Oberhautzellen in zwei Längsreihen geordnet aus, wodurch das Aufspringen der auch nach der Entleerung stehen bleibenden Kapseln mit zwei Klappen vermittelt wird. Der Pollen besteht aus zwei durchsichtigen, glashellen Zellen, die eine Kernzelle einschliefsen.

Man hat geglaubt, die Schuppen des männlichen Blüthenstandes naturgemäfs mit einem regelmäfsig gebildeten Staubblatte vergleichen zu müssen, und die auf diesen Schuppen sich entwickelnden Antheren der Cycadeen als theilweise Umbildung des Staubblatt-Gewebes in Pollen, ähnlich den Orchideen, Loranthaceen, Laurineen, der *Rhizophora* etc. erklären zu können: die gestielten, meistens zweifächrigen Antheren der *Zamia muricata* tragen jedoch zu deutlich den Charakter eines von einem Staubfaden getragenen Staubbeutels, als dafs man sie für blofse Lücken des Parenchyms der Schuppen ansehen könnte, sie sind ganz nach dem Typus der Antheren der Coniferen und der Amentaceen gebildet, nur dafs hier bei den Amentaceen die Staubblätter von einer Deckschuppe gestützt sind, bei den Cycadeen und Coniferen freistehen; man mufs annehmen, dafs sie, ähnlich wie die Staub-

Gefäſse der Monopetalen, hier mit einem freien, nicht von einer Deckschuppe unterstützten Perigonblatte verwachsen sind.

Die erste Entwickelung der eitragenden Organe, die Vertheilung der Spiralfasern im Schafte und in der Spindel, die Form der lateralen Organe (mit Ausnahme der flügelartigen Ausbreitung des Stieles), ist dieselbe, wie es bei der Pollenpflanze beschrieben wurde. Man unterscheidet Anfangs die Blüthenstände beider allein durch die geringe Anzahl senkrechter Reihen von Fruchtblättern. Letztere erhalten ebenso wie die Antherenblätter aus der obern Spitze der Maschen von jedem dieselben bildenden Faserbündel einen Theil, es trennen sich dieselben hier jedoch schon in der Spindel, bald nachdem sie die Faserbündel dieser verlieſsen und treten, in zwei Theile gesondert, in den Stiel des Fruchtblattes. Jedes dieser Blätter trägt zwei Eichen, die Anfangs wie kleine Anschwellungen an jeder Seite des Blattstiels an der untern Oberfläche des sechseckigen Schildchens erscheinen, ganz den Antherenanlagen ähnlich, von denen sie nur durch den Ort ihrer Entstehung zu unterscheiden sind.

Gleichzeitig mit der Ausbildung der Oberhaut treten jedoch in dem Zellgewebe bedeutende Differenzen ein, in dem untern, dem Anheftungspunkte näheren Theile, beginnt innerhalb einer sich vergröſsernden Zelle eine bedeutende Zellenproduktion. Anfangs liegen die neuen cambialen Zellen innerhalb der sehr groſsen Mutterzellen lose nebeneinander in einer schleimigen Flüssigkeit, die gelblich gefärbt ist und durch Jod noch dunkler wird, später wird diese Flüssigkeit heller, durchsichtiger, während sich die Zellen vergröſsern und ein zusammenhängendes Gewebe bilden. Man kann diese kuglige Zellgewebsmasse aus dem umgebenden, Amylum enthaltenden Parenchym herauspräpariren und von seiner Oberfläche eine Membran abheben, die wasserhell, strukturlos, ohne Zweifel die noch erhaltene Mutterzelle, der Embryosack ist. Später werden diese Zellen des anfangs fast kugligen, mit Zellgewebe erfüllten Körperchens verflüssigt und derselbe hat das Ansehen eines Gummigefäſses, im Centrum des Eichen; dann beginnt von Neuem eine Zellenvegetation innerhalb desselben, und zwar vom Grunde aus nach oben, nach der Spitze des Eichens zu sich fortsetzend.

Am obern Ende des graden, länglichen, nicht gewendeten (atropen) Eichens bildet sich ferner schon vor dem ersten Auftreten des Embryonal-Sackes die Eihülle, deren verschiedene Zellschichten sich auf verschiedene

Weise entwickeln, schon die Form vorbereitend, die sie später in der Saamenschale besitzen; es verbreiten sich Spiralfaserbündel, regelmäfsig sechs im Umkreise von Unten nach Oben in der äufsern parenchymatösen Zellschicht, die in der drei- oder vierfaltigen Spitze des Eichens der Micropyle nahe endigen. Neben diesen Faserbündeln entstehen Gummigefäfse in dem Gewebe der Eihülle.

In dem Theile des Kernes, der den Embryosack umgiebt, wird das Stärkemehl resorbirt, während sich dagegen innerhalb seines Gewebes, besonders in seinem Grunde, Stärkemehl bildet, es besitzt eine ovale Form, berührt einerseits den Grund des Eichens und nähert sich mit dem obern Ende immer mehr dem Eimunde, das resorbirt werdende Gewebe desselben gleichsam durchwachsend.

In diesem Zustande hat der Embryonalsack Ähnlichkeit mit dem von *Pinus, Thuja occidentalis* und *Loranthus*, dessen Entwickelung ich in der Bot. Zeitung 1852 darstellte (Beitrag zur Entwickelungs-Geschichte der Loranthaceen, Stück 18—21). Bei der Loranthacee (*Passowia* g. n.) erkennt man jedoch nicht so deutlich wie hier noch in den späteren Entwickelungs-Stadien seine Zellhaut.

Für die Loranthaceen stellte ich es als annehmbar hin, das von den Blumenhüllen nicht gesonderte Eichen als ein unterständiges, mit dem Gewebe des Fruchtblattes und der Blumenhüllen verwachsenes anzusehen.

Die Eichen der Cycadeen, deren Eihüllen von Faserbündeln durchzogen werden, wurden von Richard und Miquel gleichfalls als Ovarien gedeutet, welche Deutung dann auch auf die gleich organisirten Eichen der Coniferen zu übertragen sein würde, bei welchen jedoch die *ovula anatropa* gegen eine solche Annahme sprechen.

Das Eiweifs bildet sich auch in dem nicht befruchteten Eichen bedeutend aus, es vermehrt sich von der Basis zur Spitze hin und in der Spitze des Embryonalschlauches dehnen sich drei, selten vier Zellen, besonders stark aus, R. Brown's *corpuscula*, die sich mit grofsen, weiten Zellen füllen und aufsen, von dem Zellgewebe des Embryonalschlauches eine Art Epithelium erhalten. An der Spitze sind die Corpuscula durch eine geringe Zellgewebschicht von der Wandung des Embryonalschlauches getrennt und es finden sich hier drei oder vier Zellen mit einem gelb gefärbten Stoffe gefüllt, oberhalb der Spitze der Corpuscula der zarten, glashellen Haut anlie-

gend, die an der Stelle des Embryonalschlauches das Eiweifs umhüllt, doch jetzt nicht mehr als strukturlos zu erkennen ist, sondern, wahrscheinlich durch die mit ihr verwachsenen benachbarten Zellen, die netzförmige Zeichnung eines Pflaster-Epitheliums zeigt. In der entgegengesetzten, lang gedehnten Spitze des Corpusculum befindet sich eine kleinere, kuglige, kernhaltige Zelle, die mit einer körnig schleimigen Flüssigkeit erfüllt, besonders deutlich hervortritt.

Bis zu dieser Periode lagen die schildförmigen Fruchtblätter eng aneinander, indem das Wachsthum derselben mit demjenigen der Eichen gleichen Schritt hielt; jetzt jedoch fängt die Ausdehnung der Eichen an überwiegend zu werden, die Fruchtblätter werden dadurch gelüftet, von einander entfernt und einer Käferart, die den männlichen Blüthenstand gleichfalls besucht, der Zugang zu dem Eichen und der warzenförmig erhobenen Micropyle möglich gemacht. Hierdurch wird die Berührung des Blumenstaubes mit dem Eimunde vermittelt, die sonst bei der meistens zu grofsen Entfernung der Pollen- und Fruchtpflanzen schwierig ausgeführt werden würde. Später berühren sich wieder die Ränder der nebeneinander stehenden schildförmigen Fruchtblätter, die Eichen vollständig bedeckend, deren Kernwarze sehr zugespitzt in den Micropylekanal hineinreicht.

Es ist mir nicht gelungen, durch Präparate unzweifelhaft nachzuweisen, dafs die Pollenschläuche wirklich in den Embryonalsack hineinwachsen, oder dafs in Folge der Berührung mit den *corpusculis* einer dieser selbst zum Embryo wird; sicher ist es, dafs diese Körperchen, sei es nun nach dem Eintritt der Pollenschläuche in sie hinein oder nach deren einfachem Anlegen, sich nach der Befruchtung sehr in die Länge dehnen, während sich in ihrer dem Knospenkern abgewendeten Spitze undurchsichtigere Zellen finden; sie sind, wenn sie ohngefähr den vierten Theil des Embryosackes zurückgelegt haben, nur durch ein geringes Parenchym desselben von einander getrennt; alle drei von gleicher Länge und mit einer epidermisartigen Zellenschicht versehen, doch das Lumen nur im Grunde mit Zellgewebe, im Übrigen mit einer körnerreichen Flüssigkeit erfüllt. [1] Der ganze Saame

[1] Verhalten sich in dieser Epoche ähnlich dem Embryo der *Passovia*. Bei dieser Loranthacee (*Bot. Zeitung* 1852) konnte ich keine Corpuscula entdecken, es scheint hier ein einfaches Verlängern des Pollenschlauches bis auf den Grund des Embryonalsackes stattzufinden, doch liefse sich auch dort ein anderes Verhältnifs des Pollenschlauches zu der im Grunde

hat dann eine Länge von 4 Linien, über die Hälfte seines Volumens nimmt der kuglige Embryonalsack ein, dessen endogene Zellen ein gallertartiges Parenchym bilden. Mehrere Schichten epithelienartiger Häute hüllen zu dieser Zeit den Embryonalsack ein, deren innerste glashell, etwas verdickt, und von ihrem Inhalte entleert sind, oder durch einen körnigen, gelblichen Saft undurchsichtig geworden. Es ist wohl höchst wahrscheinlich, dafs diese Membranen die Reste der früher Stärke enthaltenden Zellen des Kernes sind; die noch nicht entleerten und zusammengedrückten, etwas entfernteren Zellen enthalten kleine Stärkebläschen, welche in den weiter entfernten Zellen immer mehr an Gröfse zunehmen.

Die einzelnen Zellen der in den Embryokörperchen (*corpusculis*) enthaltenen Epidermis besitzen eine oder mehrere Kernzellen, die entweder schon eine gröfsere Ausdehnung erreicht haben und mit cambialen Zellen angefüllt sind, oder in deren Lumen man nur eine unbestimmte Anzahl von Kernkörperchen findet. Durch diese Vegetation der epidermisartigen Zellenschicht vermehrt und verlängert sich dies Gewebe, während das umgebende des Embryonalsackes resorbirt wird und sich dadurch eine Höhle bildet, in der jene vergröfserten Keimanlagen mehr oder weniger gewunden nebeneinander liegen. Die Anfangs kugligen Zellen dehnen sich jetzt sehr in die Länge und der früher hohle Cylinder bildet den vielfach gewundenen Aufhängefaden des künftigen Embryo.

Die früher in allen Theilen gleichmäfsig stattfindende Zellenvermehrung beschränkt sich jetzt auf die Spitze des Schlauches, wo die einzelnen Mutterzellen in einer nicht sehr körnerreichen Flüssigkeit eine grofse Menge endogener Zellen, zum Theil von dem Ansehen der Zellkerne, zum Theil

---

des Letzteren befindlichen Zellenschicht annehmen. Diese Zellen, die im untern Ende des Embryonalschlauches sich schon vor der Befruchtung eingekeilt finden, wenigstens bevor es mir gelang, einen Pollenschlauch in dem langen cylindrischen Embryonalsacke zu entdecken, könnten vielleicht dennoch schon die erste Anlage des Embryo sein, wofür die Erscheinung spricht, dafs, sobald man das *filum suspensorium* mit der ersten Embryoanlage freilegen kann, jene Zellen im Grunde des Embryonalsackes verschwnnden sind, wie man aus den Zeichnungen Fig. 11 uud 14 Taf. IV erkennt. Damals nahm ich an, dafs jene Zellen von dem sich in der Spitze des Pollenschlauches entwickelnden Embryo resorbirt würden, jetzt nach den Hofmeister'schen, Radlkofer'schen und Schacht'schen Beobachtungen wird es mir zweifelhaft, ob nicht vielleicht nur ein Verwachsen jenes Schlauches mit dieser Zellengruppe stattgefunden habe, die ich dann als einen zusammenhängenden Körper heraus präparirte.

gröfser und mit Flüssigkeit erfüllt enthalten; es drängt sich diese Spitze dicht an das mit Stärkemehl angefüllte Eiweifs, die Zellen desselben werden von ihrem Secrete entleert, fallen zusammen und vermehren so die, die Höhle auskleidende Schicht epithelienartiger Häute. — Durch das Wachsthum der dem Eiweifse anhängenden Spitze des jungen Keimlings wird nun ein cylindrischer, fester Körper gebildet, der aus lang gestreckten Zellen besteht und durch fortdauernde endogene Zellenbildung sowohl seinen Durchmesser wie seine Länge vermehrt; man findet zu dieser Zeit, wo das Eiweifs zur Hälfte durchwachsen und ausgehöhlt ist, gewöhnlich nur noch zwei Embryoanlagen, von denen die eine auch schon die zweite an Masse übertrifft und dessen Entwickelung bald gänzlich unterdrückt; alle drei fadenartigen Gebilde haften dann später häufig aneinander, während in der Spitze jeder gesondert sich befindet. In der Mitte der Spitze findet sich das zellenvermehrende Gewebe, während der Rand den Mittelpunkt nach aufsen etwas überragt. Es ist dieser Zustand des Embryokörperchens die Epoche der Anlage der Keimknospe, indessen sich der erwähnte, um diese befindliche Rand zu den beiden anfangs freien, später an dem oberen Ende mit einander verwachsenen, gleichlangen Saamenlappen ausbildet und das geringe Gewebe zwischen Aufhängefaden und Knospenanlage nur noch in die Breite wächst, das Würzelchen zu bilden. Zuweilen sind die Saamenlappen auch im ausgebildeten Embryo von ungleicher Länge und dann nicht mit einander verwachsen.

Der künftige Embryo hat schon eine ziemliche Gröfse erreicht, die Saamenlappen sind deutlich ausgebildet und auch das Keimknöspchen angelegt, wenn die ersten Spiralfasern sichtbar werden. Der horizontale Ring von Spiralfasern, der die Basis der Keimknospe von dem Würzelchen trennt, wird anfangs fast nur von Spiralfaserzellen hergestellt, die aus Parenchym-Zellen entstanden, deren aneinanderliegende Wände nicht resorbirt sind; von ihm aus nehmen auch die Spiralfasern der Saamenlappen ihren Anfang und auch die Basis dieser, die von dem Kreise ausgeht, besteht in seiner Nähe aus Spiralfaserzellen, die nach oben allmählig in eigentliche Fasern übergehen. Alle später sich bildenden, in die ersten Blattanlagen sich verlängernden Fasern sind wirkliche Spiralfasern. In dem Gewebe der Cotyledonen erscheint das erste Stärkemehl, wenn sich die Spiralfaserzellen zu bilden beginnen. Den Spiralfaserring sah ich in einer halbjährigen Pflanze

von 10—12 Fasern gebildet und von einem eben so breiten Prosenchymzellen- und Cambium-Ringe umgeben.

Mit dem Erscheinen des rothen Farbstoffes der äufseren Saamenhülle verschwindet gleichzeitig das bis dahin in denselben Zellen enthaltene Stärkemehl. Auch das Gewebe des Eiweifses, aus dem das Stärkemehl zu verschwinden anfängt, nimmt eine röthliche Farbe an, ohne jedoch den Farbstoff in Bläschen abzusondern.

IV. Über die Verwandtschaft der Cycadeen.

Nach Reichenbach bildet die *Zamia muricata* als *Arthrozamia muricata*, wegen der grofsen Anzahl von Antheren, eine Untergattung der *Zamia*, wo nur zwei Häufchen derselben vorhanden sind und mit noch zehn andern Species diese Gattung der Cycadeen, die wegen der nur unvollständig verwachsenen Saamenlappen von den übrigen Gattungen dieser Gruppe sich unterscheidet, die alle völlig verwachsene Saamenlappen haben: die *Cycas* L., *Macrozamia* Miquel, *Encephalartos* Lehm., *Zamia* L., *Dioon* Lindl, *Ceratozamia* Miq., *Stangeria* Moore. Alle diese Gattungen sind zu einer Gruppe zu vereinigen: wegen der diöcischen Blumen, der am Scheitel zweiklappig aufspringenden Antheren, die auf der untern Fläche der an einer gemeinschaftlichen Spindel dicht gedrängt befestigten blattartigen Schuppen stehen: wegen der nackten Eichen, die aus den Kerben des Randes eines offenen Fruchtblattes sich hervorbilden: wegen der harten, holzigen oder knochigen Saamenschale und wegen des vollkommen ausgebildeten graden, in der Axe eines mehligen Eiweifses befindlichen Embryo, dessen Würzelchen cylindrisch ist und dessen Saamenlappen an der Spitze fast regelmäfsig verwachsen, an der Basis oft einseitig getrennt sind, um das Keimknöspchen mit seinen gefiederten, oft spiralig eingerollten Blättern hervortreten zu lassen.

Diese verschiedenen, zum Theil sehr eigenthümlichen Charaktere veranlafsten über die Stellung dieser Pflanzen im Systeme Zweifel, die erst allmählig bei der vollständigeren Kenntnifs der verschiedenen Gattungen gelüftet wurden.

Rumph entdeckte die erste Art der Gattung *Cycas*, die er wegen der eingerollten Blätter für einen Farrenbaum hielt. Diese eingerollten Blätter haben aber nur die asiatischen, nicht die amerikanischen Cycadeen,

sie sind daher nicht einmal geeignet, die Familie zu charakterisiren, viel weniger die Verwandtschaft derselben zu bestimmen.

Linné, dem die diöcischen Geschlechtsorgane der *Cycas* bekannt waren, war zweifelhaft, ob er dieselbe deſshalb zu den Palmen oder wegen der eingerollten Blätter und der auf der unteren Blattfläche befestigten Antheren für Farren halten sollte (*Mantissa plantar. altera, generum editionis VI et species II Holmiae* 1771 *p.* 166). Daſs diese Antheren nicht mit den Sporenkapseln der Farren zu vergleichen sind, beweist ihr Verhältniſs zu den Geschlechtsorganen der weiblichen Pflanze; überdies würde Linné gewiſs nicht diese Charaktere für werthvoller gehalten haben, wie den regelmäſsig dicotylen Embryo, wenn ihm dieser bekannt geworden wäre.

Linné's Urtheile folgten die übrigen Botaniker bis auf C. L. Richard, der auf Grund der Untersuchung der Structur der Blume, der Frucht und des Saamens die groſse Verwandtschaft der Cycadeen mit den Coniferen hervorhob, von denen sie nur durch die gefiederten Blätter, den Habitus, die spirale Knospenlage der Blätter, die verwachsenen Cotyledonen und den eingewickelt spiraligen, langen Nabelstrang abwichen: letzterer kommt jedoch auch bei *Pinus, Gnetum, Taxus, Thuja* vor, und daſs die Knospenlage der Blätter nur bei den asiatischen Cycadeen eine spiralige, den Farren ähnliche ist, habe ich schon oben erwähnt; von mehr Bedeutung würde für den Vergleich der Cycadeen mit den Farren die Entwickelungs- und Entfaltungsweise der Blätter gewesen sein, die bei diesen Familien gleichmäſsig von unten nach oben fortschreitet, während bei den übrigen Phanerogamen die Entfaltung des Blattgewebes von oben nach unten stattfindet, nachdem durch die Zellen-Entwickelung das Blatt von unten nach seiner Spitze zu angelegt ist, wie ich dies schon in der Abhandlung über die Palmen 1847 entwickelte; eben so sind die verwachsenen Saamenlappen kein Hinderniſs, beide Pflanzenfamilien miteinander zu vergleichen, da ja diese Saamenlappen frei und getrennt entstehen, erst später mit einander verwachsen oder selbst, wie es bei der *Zamia muricata* nicht selten geschieht, gänzlich frei bleiben. Was den langen, aufgewickelten Aufhängefaden betrifft, so erinnert grade dieser, wie überhaupt die Entwickelungsweise des Embryo, an die Coniferen ([1]) und Loranthaceen, wenn auch bei

([1]) *Annales des sciences naturelles; second serie* 20. 1840. R. Brown, Mirbel und Spach.

diesen derselbe nicht immer jene aufserordentliche Länge erreicht; dafs jedoch auch dieser Charakter nicht durchgreifend ist und uns nicht berechtigt, mit Schleiden diese drei Familien in eine Klasse zu vereinigen, zeigte ich schon in meinem Aufsatze über die Loranthaceen, indem bei dem, dem *Loranthus* innig verwandten *Viscum* nicht diese abweichende Embryobildung stattfindet. ([1])

Robert Brown bestätigte einestheils die Meinung Richard's und befestigte sie andererseits durch seine gründliche, vergleichende Untersuchung der Entwickelung des Eichen der Cycadeen und Coniferen. — Unglücklicherweise untersuchte auch Brown besonders die Cycadeen Austral-Asiens, deren Cotyledonen zum Theil auf's innigste verwachsen sind, hätte er Gelegenheit gehabt, die Entwickelung der Saamen der *Zamia muricata* zu verfolgen, er würde sicher nicht daran gedacht haben, die Cycadeen aus diesem Grunde mit den Monocotylen verwandt zu halten. (R. Brown *App. to the Narrat. of a survey of the coast of Australia* p. 554.)

Was den anatomischen Bau des Stammes betrifft, durch den gleichfalls Brown sich bewogen fühlt, die *Zamia* den Monocotylen zu nähern, so ist dies in der That eben so wenig begründet, wie ich dies schon bei der Darstellung der Entwickelungs-Geschichte der Palmen auseinandersetzte (p. 142). Die Bastfaserbündel, die das Mark des Stammes des *Encephalartos* durchziehen, haben keine Gefäfse, die in der Regel die Faserbündel der Monocotylen begleiten, es sind blofse Bündel von Bastzellen, die auch in den Farren- und Dicotylenstämmen, z. B. dem *Strychnos,* den Asclepiadeen u. a., im Marke vorkommen, nicht mit den schon bei der ersten Blattanlage entstehenden und in diese hinein sich verlängernden Spiralfasern enthaltenden Faserbündeln der Palmen verglichen werden können.

Bartling stellt in seinem natürlichen Systeme die Cycadeen mit den Abietinen, Cupressineen und Taxineen in eine Ordnung (*Ord. natural.* p. 93).

Hooker dagegen erklärt sich gegen die Verwandtschaft der Cycadeen mit den Coniferen und hält dieselben wegen des Habitus, des anatomischen Baues des Stammes und der gefiederten Blätter zunächst mit den Palmen verwandt. — Was die gefiederten Blätter der Cycadeen betrifft, so habe ich einestheils über deren, von denen der Palmen so verschiedene Entwicke-

---

([1]) Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Loranthaceen mit zwei lithographirten Tafeln. 1852, Berlin bei P. Jeanrenaud.

lungsweise schon oben mich ausgesprochen, anderntheils hat keine Palme wirklich durch Gliederung gefiederte Blätter wie die *Zamia,* sondern nur fiederschnittige Blätter wie die *Cycas*; es nähern sich, also im Gegensatze zu Hooker's Meinung, durch die gefiederten Blätter die Cycadeen mehr den Coniferen, wenigstens im Allgemeinen den Dicotylen mehr als den Monocotylen.

Überdies hat auch schon R. Brown in dem *prodromus florae Novae Hollandiae* auf die Annäherung der Cycadeen zu den Dicotylen hinsichts der alternirenden Stellung der ersten Blätter zu den Saamenlappen aufmerksam gemacht, während bei den Monocotylen das erste Blatt der Keimknospe bei den Gramineen und Aroideen, bei denen allein schon im Keim die Blätter des Keimlings zu unterscheiden sind, — dem *cotyledon* gegenüberstehen.

Martius stellt wie Bartling die Cycadeen neben den Coniferen in eine besondere Klasse, die der Tympanochaeten, wegen der, beiden Pflanzenfamilien gemeinsamen porösen Holzzellen.

Endlicher stellt die Cycadeen mit den Equiseten, den Farren, den Hydropteriden und Selaginen in eine Gruppe der *Protophyta*, die er zu seiner Ordnung der *Acrobrya* rechnet. So unleugbar es ist, dafs die als *Protophyta* von Endlicher aufgeführten Pflanzenfamilien jetzt nur in verhältnifsmäfsig wenigen Arten noch leben, während in der untergegangenen vorweltlichen Schöpfung diese Pflanzen den gröfsten Theil der Vegetation ausmachten, so gewifs ist es auch, dafs der von Mohl und Unger zuerst aufgestellte Unterschied von *vegetatio terminalis, peripherica* und *periphericoterminalis* der Gruppen der Acrobryen, Amphibryen und Acramphibryen, gegründet auf die Entwickelungsweise des Stammes, nicht in der Natur begründet ist, sondern auf einer Verwechselung der ursprünglich aus dem Cambiumcylinder sich bildenden, in die Blätter sich vertheilenden Spiralfaserschicht mit der später aus diesem beständig in der Pflanzenachse Mark und Rinde sondernden Cambium-Cylinder entstehenden Holzschicht beruht, die für die systematische Stellung der Pflanzenart etwas durchaus untergeordnetes, nur von individueller Bedeutung ist, während die Anordnung der Spiralfasern in allen Formen der drei grofsen Pflanzenklassen Jussieu's übereinstimmt, die geringen Abweichungen in dieser Anordnung wenigstens durchaus nicht mit den von Mohl, Unger und Endlicher aufgestellten Klassen zusammenfallen, wie ich dies schon in meiner Abhandlung über die Vegetations-Organe der Palmen ausführlich auseinandersetzte.

Auch Miquel in seiner ausgezeichneten *Monographia Cycadearum* 1842 p. 18 glaubt eine Ähnlichkeit des anatomischen Baues des Stammes der Cycadeen mit den übrigen Protophyten Endlicher's zu erkennen, und in so fern denselben verwandt: indem er sich durch die Autorität seiner Vorgänger täuschen läfst, denn in der That ist der Bau der Gewebe des Cycadeenstammes dem der Coniferen weit ähnlicher wie dem der Farren, wenn auch alle hinsichts des Verlaufes der Spiralfasern und des Anwachsens des Stammes keinen beträchtlichen Unterschied zeigen.

In einem Systeme, das, wie das heutige unserer lebenden Pflanzen, auf den Bau der Reproductions-Organe gegründet ist und gegründet werden mufs, da der einförmige, nur von den jeder Pflanzenart eigenthümlichen Lebensverhältnissen modificirte Typus des anatomischen Baues nicht zu einer naturgemäfsen Anordnung der verschiedenen Formen hinreicht, kann wohl kein Zweifel obwalten, dafs die Cycadeen wegen des nackten Eichen an dem Rande eines offenen Fruchtblattes befestigt, wegen der Ähnlichkeit der zweiklappigen Antheren, die auf dem schuppig oder schildförmig verbreiteten Staubfadenblatte stehen und wegen der ähnlichen Entwickelungs-Erscheinungen des Saamens den Coniferen zunächst zur Seite gestellt werden müssen; auch die Ähnlichkeit der bei beiden gipfelständigen Blüthenstände unterstützen diese Ansicht.

Link (Verhandlungen der Akademie der Wissenschalten, Berlin 1843, über die Stellung der Cycadeen im natürlichen System) tritt der Meinung Mohl's darin bei, dafs der Stamm der Cycadeen, wie der der Farren, ein verlängerter Wurzelstock sei, dort treten nach ihm jedoch nicht die Wedelstiele mit in den Stamm ein; auch Link macht auf die, das Mark durchziehenden Faserbündel aufmerksam und auf die unregelmäfsig gebogenen Faserbündel des Holzcylinders, die von Zellgewebe umgeben sind, um daraus den Schlufs zu ziehen, dafs die Cycadeen von allen ihnen bisher verglichenen Familien gleich weit entfernt seien. Der Stamm der Cycadeen steht nach Link am nächsten dem Wurzelstocke von *Nufar, Nymphaea, Apium, Veratrum.* — Hierin stimme ich Link insofern bei, als im Stamme der Cycadeen die Zellen des Holzcylinders sehr wenig verdickt werden, also die von dem Spiralfaser-Cylinder zu den Blättern sich begebenden Bündel, ähnlich wie bei den von Link angeführten Wurzelstöcken, im Zellgewebe zu verlaufen scheinen, welches Zellgewebe jedoch nur die nicht verdickte Holz-

schicht ist. — Link hätte noch den Stamm der *Carica Papaya* L., der Bombaceen, Urticaceen, die Wurzel der *Anona laevigata sp. nov.* und andere wirkliche Stämme von Dicotylen hinzufügen können, deren Holzzellen gleichfalls sehr wenig verdickt werden.

Die Blätter, sagt Link, bestätigen die gegebene Darstellung — jedes Blatt ist von einer blattartigen Schuppe unterstützt. Im ganzen Pflanzenreiche ist das wahre Blatt nie von einem andern Theile unterstützt. Da nun die Blätter in der Regel einen Ast unterstützen, so kann man annehmen, dafs das scheinbare Blatt ein Ast ist. Nach allem diesen schliefst Link seine Abhandlung mit dem Ergebnisse, die Cycadeen seien weniger entwikkelte Palmen.

In allem diesen kann ich Link nicht beistimmen; wahrscheinlich fehlte es Link an Material, um zu erkennen, dafs jedes Blatt nicht von einem Deckblatte unterstützt wird, sondern dafs jedem vollkommen entwikkelten Blatte eins, zwei bis drei, regelmäfsig jedoch zwei, unvollkommen entwickelte Blätter, sogenannte Niederblätter, vorhergehen, wie man dies auch bei andern Dicotylen, z. B. bei den Coniferen, Araliaceen, *Theophrasta* u. a. m. sieht, die mit den vollkommen entwickelten Blättern in fortlaufender Schraubenlinie gestellt sind.

Die schuppenartigen Blätter der *Zamia* erhalten aus dem Stamm, wie gesagt, in ähnlicher Anordnung Bündel von Holzfasern, wie die vollkommenen Blätter; an ihrer Spitze erkennt man zuweilen die verkümmerten Andeutungen von Fiederblättchen, sie sind allein nur mit den Ausschlagsschuppen (*ramenta*) der Coniferen und der übrigen Dicotylen zu vergleichen. Die vollkommenen Laubblätter werden so wenig von Niederblättern unterstützt, wie die Antheren- oder Fruchtblätter, sie als Äste zu deuten, wie es Link, mit letzteren, nach Miquel's Vorgange thut, ist kein Grund vorhanden.

Wie Link nach allem diesen zu dem Schlusse kommt, die Cycadeen seien unentwickelte Palmen, ist mir nicht klar, habe jedoch schon in dem obigen gegen solche Verwandtschaft mich ausgesprochen und kann dieselben nur ganz in die Nähe der Coniferen stellen, denen nur die zusammengesetzten, oder wenigstens fiedertheiligen Blätter fehlen, um den Cycadeen noch näher zu rücken, wenn auch einzelne ihrer Formen, z. B. die *Salisburia*

Ginkgo, schon in den zweispaltigen genervten Blättern den Fiederblättern der Cycadeen sich zu nähern sucht.

1847 zeigte ich durch eine vergleichende Untersuchung der Vegetations-Organe der Palmen mit denen der übrigen Faserpflanzen, dafs nur den Dicotylen-Pflanzen eine aus Verlängerung des Würzelchen des Keimlings entstandene Hauptwurzel zukomme, keine der Cryptogamen Linné's besitzt in irgend einem Lebens-Stadium eine Hauptwurzel, und diejenige der Monocotylen ist von so vergänglicher Dauer, dafs sie fast eine embryonale genannt werden könnte; durch das Vorhandensein der Hauptwurzel der Cycadeen und der bei der *Zamia* vorhandenen, oft beständig getrennten, zwei Saamenlappen, ist also die Stellung dieser Familie zu den Dicotylen aufser Zweifel gesetzt.

Die Familie der Cycadeen, die uns nur durch wenige Formen repräsentirt ist, war sehr verbreitet und die am vollkommensten ausgebildete der Juraformation; denn wenn die Cycadeen mit den Coniferen hinsichts des Baues der Geschlechtsorgane auf derselben Stufe der Entwickelung stehen, so sind sie denselben durch die wirklich gefiederten (d. h. mit artikulirten Fiederblättchen versehenen) Blätter weit voraus, nehmen eine viel höhere Organisations-Stufe ein; es sind die vollkommensten Pflanzenformen ihrer Schöpfungsepoche, die ersten Pflanzen mit gefiederten Blättern, die unsere Erde bewohnten.

Demnach ist folgende die natürlichste Anordnung der Cycadeen, in Vereinigung mit den Coniferen Jussieu's und Richard's, als zusammengehörige Gruppe zu der Ordnung der Gymnospermen:

Gymnospermae.

Apetala, carpella ovulifera, aperta.

I. Strobuliferae.

Carpella squamaeformia, nuda.

1. *Cycadeae ovula inversa, gemina.*
2. *Dammareae ovula inversa, solitaria.*
3. *Cupressineae, ovula erecta.*

II. Coniferae.

Carpella squamaeformia, bracteata.

4. *Abietinae ovula inversa.*

III. Drupiferae.

Carpella cupulaeformia nuda vel bracteata.

5. *Taxineae stamina nuda.*
6. *Gnetaceae stamina perigoniata.*

V. Absonderungs-Stoffe der *Zamia muricata.*

Chlorophyll, Stärkemehl, Gummi, ein ölig-harziger, rother Farbstoff in den Schalen der Saamen, Gerbsäure und ein scharfer, drastischer, noch nicht isolirt dargestellter Stoff, sind die vorherrschenden Absonderungs-Stoffe dieser Pflanze.

Die Saamen der *Zamia* werden gequetscht zum Heilen alter atonischer Wunden gebraucht, ähnlich denen der *Cycas,* wie Rumph uns berichtet; auch bereitet man in der Provinz Coro aus diesem Saamen kleine Kuchen, um sie den Ratten, Mäusen und Schaben hinzustellen, die durch deren Genufs sterben. Es mufs also der scharfe, drastische Stoff, der die atonischen Wunden zum Heilen anregt, nicht von besonders bitterem Geschmacke sein; chemisch ist derselbe noch nicht untersucht.

Rumph berichtet uns von den Früchten der *Cycas* das Gegentheil, indem er angiebt, dafs sie einen bitterlichen, wenn auch nicht scharfen Geschmack haben.

Aus den Wurzeln und Wurzelstöcken der *Zamia muricata*, die an Stärkemehl sehr reich sind, bereiten die Indianer durch Reiben einen Teig, den sie rösten und als Brod verzehren. Ob die Hindus, wie Rumph berichtet, das Sagomehl auch aus der *Cycas* darstellen oder nur aus einer Palme (*Sagus Rumphii*), wie neuere Schriftsteller meinen, ist zur Zeit nicht entschieden. Aus der *Arthrozamia muricata* bereitet man ein Stärkemehl, dessen Abkochung wegen seiner stärker gelatinirenden Consistenz demjenigen der Getreide, der Kartoffel und der *Jatropha* weit vorgezogen wird; es ist von sehr feinem Geschmacke und in allen Theilen der Pflanze in aufserordentlich reichlicher Menge enthalten.

Gummi wird von der *Zamia muricata* nicht gewonnen und, so viel mir bekannt wurde, nicht benutzt; es ist in der Pflanze ziemlich reichlich in den weiten Gefäfsen vorhanden, die das Parenchym der Rinde und des

Markes durchziehen und deren Wandzellen dasselbe aussondern. Die Hindus benutzen das Gummi der *Cycas* als Arzneimittel.

Der Gerbstoff kommt als eisenbläuende Varietät in der *Arthrozamia,* wie überhaupt in den Cycadeen, vor; er ist in den jungen Bastzellen und Fasern, die den Milchsaftfasern ähnlich sehen, enthalten, nicht in dem allgemeinen Pflanzensafte, auch nicht in dem Safte aller Zellen, oder gar ein Oxydations-Produkt der absterbenden Gewebe, sondern das Erzeugnifs der Lebensthätigkeit gewisser Zellenformen, die regelmäfsig vertheilt in dem Gewebe der Pflanze vorkommen. ([1])

Erklärung der Zeichnungen.

Tafel I.

Fig. 1. Eine männliche blühende Pflanze der *Zamia muricata* Willd, in $\frac{1}{6}$ der natürlichen Gröfse. Fig. 2. Eine männliche Ähre in natürlicher Gröfse. Fig. 3. Ein Quer-Durchschnitt derselben. Fig. 4. Eine Schuppe derselben, von oben gesehen, dreimal vergröfsert. Fig. 5. Dieselbe von unten mit den hier angehefteten Staubbeuteln. Fig. 6. Ein Querdurchschnitt ebenderselben, um den Verlauf der Faserbündel zu zeigen. Fig. 7. Eine zweifächrige Anthere, stärker vergröfsert dargestellt. Fig. 8. Pollen. Fig. 9. Ein weiblicher Blüthenstand in natürlicher Gröfse ohne den fufslangen Stiel. Fig. 10. Querdurchschnitt einer blühenden weiblichen Ähre. Fig. 11. Querdurchschnitt einer Schuppe derselben mit den beiden Eichen, im Längenschnitte dreimal vergröfsert; vor dem Erscheinen der *corpuscula* gezeichnet. Fig. 12. Ein stärker vergröfsertes Eichen im Längenschnitt, nach der Ausbildung der drei *corpuscula.* Fig. 13. Ein reifer Saame im Längenschnitt; *a*) Saamenschale; *b*) Eiweifs; *c*) die verwachsenen Cotyledonen; *d*) der Keimling, zwischen den hier nicht verwachsenen Saamenlappen liegend; *e*) der zusammengewickelte Aufhängefaden. Fig. 14. *a*) Dieser Aufhängefaden auseinander gewickelt, ohne den bei *x* abgerissenen Saamen, bei *a* noch mit den Resten des *corpusculum* und dem in der Spitze des Embryonal-Sackes befindlichen Gewebe zusammenhängend; *b*) ein zweiter Aufhängefaden, mit dem ersten zu dem Fig. 13 *e* gezeichneten Körperchen zusammengewickelt, jetzt auseinandergewirrt; die Embryoanlage ist an der Spitze unentwickelt geblieben. In dem Reste des Embryonalsackes bei *c* sieht man den Ort, wo das dritte *corpusculum* befestigt war und über jedem dieser *corpuscula* erkennt man einen dunklen Punkt, den Rest des Pollenkornes bezeichnend. Fig. 15. Ein Aufhängefaden mit dem daran befestigten Saamen in natürlicher Gröfse.

([1]) Man vergleiche den Monatsbericht der Verhandlungen der Berliner Akademie Februar 1857.

Tafel II.

Fig. 1. Eine junge, vierblättrige Pflanze, deren Saamenlappen noch in der Saamenschale eingeschlossen sind, in natürlicher Gröfse. Fig. 2. Eine ältere, schon mit zwei vollkommenen Blättern versehene Pflanze, in natürlicher Gröfse. Fig. 3. Querschnitt aus der Wurzel der Pflanze Fig. 2 bei *a*, 82mal vergröfsert, den Holzcylinder darstellend, der das Markgewebe von dem Rindenparenchym trennt, in welchem letzteren Gummigefäfse verlaufen und das nach aufsen von einer Korkschicht bedeckt wird. Fig. 4. Ein radialer Längenschnitt durch ein Bündel des Holzcylinders Fig. 3, 315mal vergröfsert. Fig. 5. Ein Theil des Rindengewebes des *a* Fig. 3 mit den Korkgeweben, 315mal vergröfsert. Fig. 6. Ein Querschnitt durch die Blattbasis der Fig. 2 gezeichneten Pflanze, 82mal vergröfsert. Fig. 7. Querschnitt desselben Blattstieles oberhalb der Blattbasis, in derselben Vergröfserung. Einzelne Bastfasern stehen im Umkreise des Rindenparenchyms, sieben Faserbündel durchziehen der Länge nach den Blattstiel, theilen sich in der Nähe der Fiederblättchen und verbreiten sich in dieselben.

Tafel III.

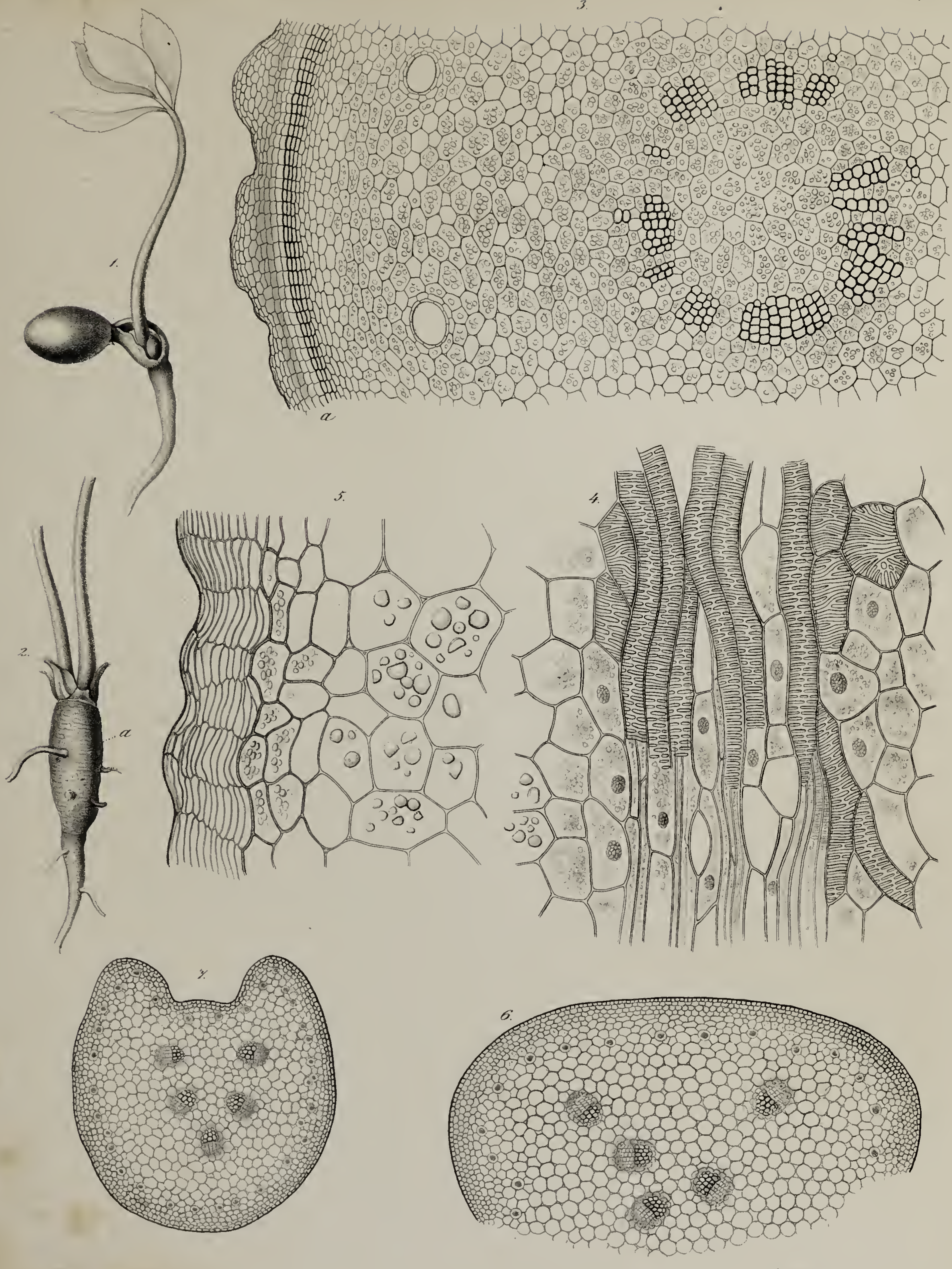
Fig. 1. Längenschnitt einer jungen, eben keimenden Pflanze in doppelt natürlicher Gröfse. Fig. 2. Rindenschicht des Blattwirtels aus der Gegend von *a* Fig. 1, 315mal vergröfsert, eine der Bastfasern, die innerhalb der prosenchymatischen Rindenschicht sich befinden. Fig. 3. Ein der Länge nach durchschnittenes Faserbündel desselben Blattstieles aus der Gegend von *b* Fig. 1, 315mal vergröfsert; die zuerst in der Markscheide des cambialen Gewebes des Stammes erscheinenden echten Spiralfasern, die sich als erste Fasern des Blattstieles in diesen hinein verlängern, sind hier von den später gebildeten, porösen oder Treppenfasern umgeben. Die Tochterzellen dieser wie der Fig. 2 wurden durch Spiritus von den Mutterzellen entfernt. Fig. 4. Querdurchschnitt eines alten ausgewachsenen Stammes; der Holzcylinder ist an einer Seite ziemlich unregelmäfsig ausgebildet. Fig. 5. Ein Stück dieses Durchschnittes aus der Gegend von *a*, 82mal vergröfsert; die jüngsten Holzschichten durch Markstrahlen getrennt und das innerste Rindengewebe darstellend; in dem letzteren befinden sich viele verdickte Bastfasern. Fig. 6. Ein Stückchen des Holzes aus Fig. 5 bei *a*, 315mal vergröfsert; die Zellen des Markstrahlengewebes sind mit Stärke angefüllt. Fig. 7. Längenschnitt der Holzfasern, 315mal vergröfsert. Fig. 8 und 9. Quer- und Längenschnitt des Markgewebes, in dem die Gummigefäfse und die in die Blätter abgehenden Spiralfasern verlaufen.



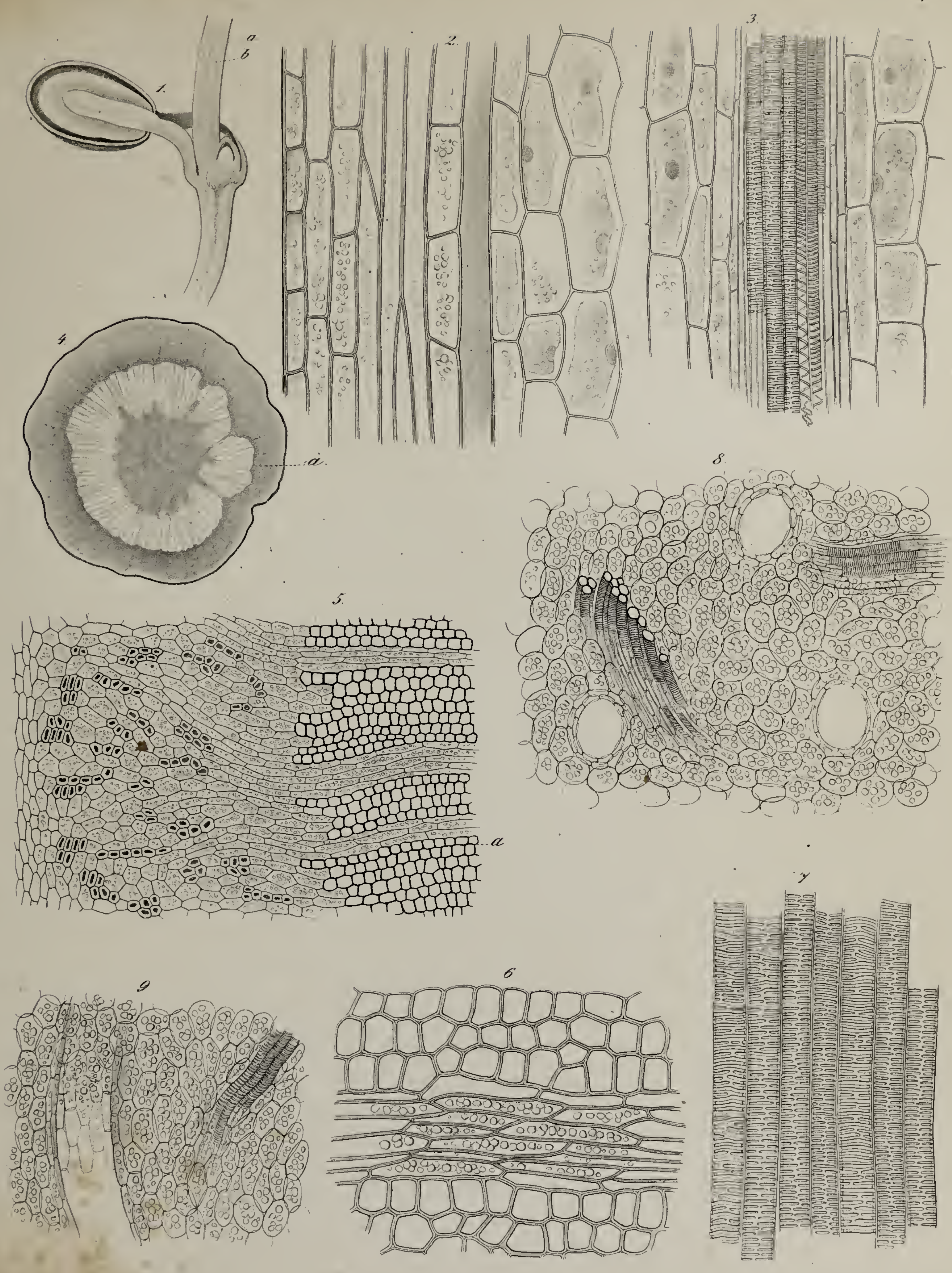




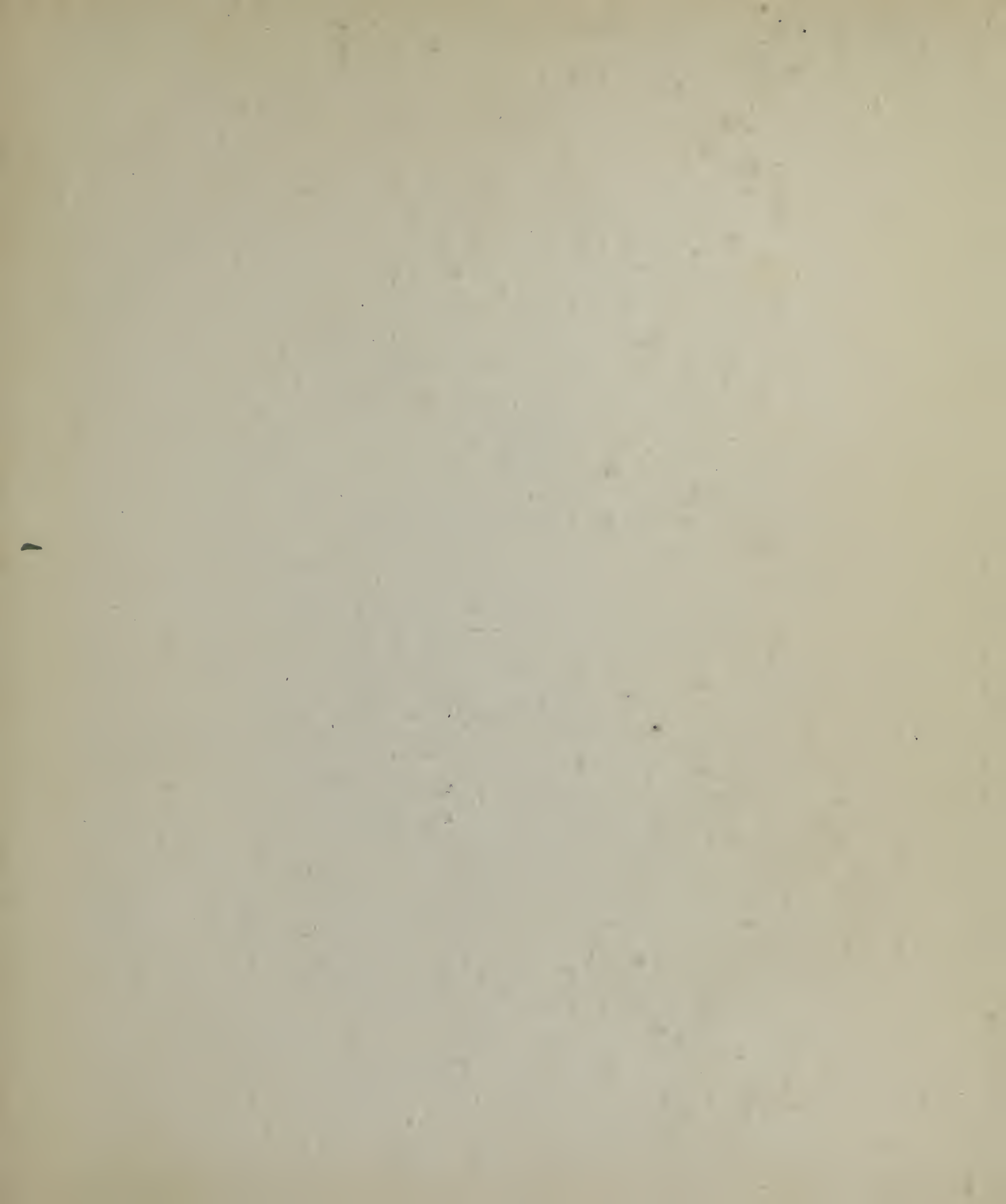
Gez. u. lith. v. C. F. Schmidt.



Gez. u. lith. v. C. F. Schmidt.



Gez. u. lith. v. C. F. Schmidt




3 0112 099080266
UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA